

PAT-NO: JP404333547A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04333547 A

TITLE: EXTREMELY THIN FE BASE HIGH
PERMEABILITY MATERIAL FOR
HIGH FREQUENCY AND ITS MANUFACTURE

PUBN-DATE: November 20, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
KAWAMATA, RYUTARO
OKAZAKI, YASUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIPPON STEEL CORP	N/A

APPL-NO: JP03102748

APPL-DATE: May 8, 1991

INT-CL (IPC): C22C045/02, C21D006/00 , C21D009/00 ,
H01F001/153

ABSTRACT:

PURPOSE: To manufacture an extremely thin Fe base high
permeability material
for high frequency low in core loss and high in magnetic permeability

by

forming the molten metal of an Fe-Si-B-Mn series alloy having a specified

compsn. into a thin strip with a specified sheet thickness in vacuum by an

ultra-rapid cooling method and executing specified annealing.

CONSTITUTION: Molten steel in which its compositional formula by atomic % is

shown by $Fe<SB>100-x-y</SB> A<SB>x</SB>Mn<SB>y</SB>$ (A denotes Si+B as well as

$15 \leq x \leq 25$ and $1 \leq y \leq 1$ are satisfied) is cast into a thin strip with

$\leq 15 \mu m$ sheet thickness in vacuum of ≤ 0.1 Torr by a single roll method.

Next, this amorphous thin strip is worked into an iron core. After that, the

above iron core non-magnetic field. In this way, the extremely thin Fe base

high permeability material for high frequency high in magnetic flux density as

well as low in core loss and high in magnetic permeability in a high frequency

area can be obtd.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-333547

(43)公開日 平成4年(1992)11月20日

(51)Int.Cl.⁵ 識別記号 施内整理番号 F I 技術表示箇所
C 22 C 45/02 A 7325-4K
C 21 D 6/00 C 9269-4K
9/00 S 7356-4K
H 01 F 1/153
7371-5E H 01 F 1/14 C
審査請求 未請求 請求項の数2(全4頁)

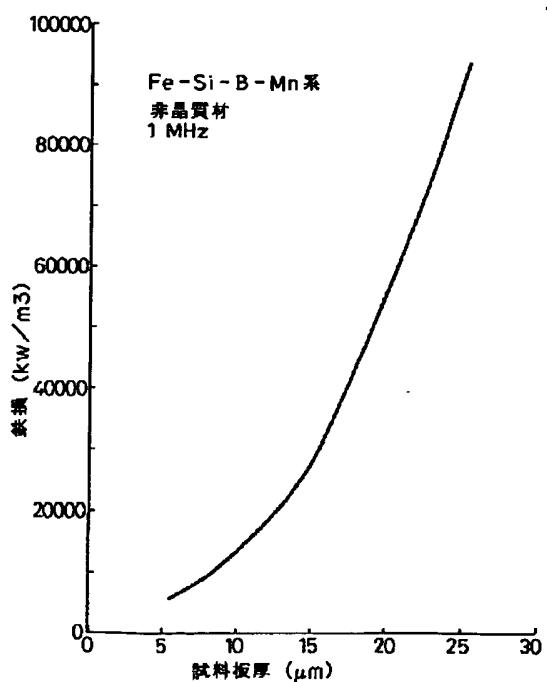
(21)出願番号	特願平3-102748	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22)出願日	平成3年(1991)5月8日	(72)発明者	川又 竜太郎 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社第3技術研究所内

(54)【発明の名称】高周波用極薄Fe基高透磁率材およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】高周波帯域で使用される鉄芯の小型化に有効である高磁束密度を持ち、同時に高周波帯域での磁気特性に優れた材料を提供することを目的とする。

【構成】Fe, Si, B, Mnを構成元素とし、SiとBの合計量が原子%で10~25%、Mnは1~10%、残部はFe及び不可避不純物からなる合金を0.1 Torr以下の真空中において単ロール法により急冷凝固させることにより得られる板厚15 μ m以下の極薄非晶質薄帯であって、高周波帯域での鉄損を低減し、高周波磁気特性に優れた性質を有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原子%による組成式が

 $Fe_{100-x-y} A_x Mn_y$
AがSi + Bからなり

15≤x≤25

1≤y≤10

で示され、0.1Torr以下の真空中で超急冷却法によって製造された、板厚が15μm以下である高周波域での鉄損が低く透磁率が高い高周波用極薄Fe基高透磁率材。

【請求項2】 原子%による組成式が

 $Fe_{100-x-y} A_x Mn_y$
AがSi + Bからなり

15≤x≤25

1≤y≤10

で示される溶鋼を、0.1Torr以下の真空中で超急冷却法によって15μm以下の薄帯に鋳造し、次いで、鉄芯に加工し、無磁場中で300~500℃の温度域で焼純することを特徴とする高周波用極薄Fe基高透磁率材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、高周波での高透磁率低鉄損が要求される極薄アモルファス合金に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電子機器の小型化、高速化はめざましく、これに対応して電子機器の高周波化が進められている。その一例をあげると、スイッチングレギュレーターの変換周波数は従来数10kHzであったものが、現在500kHzの動作周波数を持つものも用いられている。

【0003】これらの電子機器中で用いられる軟磁性材料においては、透磁率が高く、磁束密度が高く、損失が低いことが好ましい。また、電子機器の小型化、高速度化にとり高周波化は欠かせないが、従来の磁性材料では高周波化に伴う透磁率の著しい低下、およびエネルギー損失の急激な増加が問題であった。現在高周波帯域で用いられているフェライトやCo(コバルト)系非晶質材料では、高透磁率化、低損失化がはかられているが、飽和磁束密度は低い。例えば、フェライトの飽和磁束密度はせいぜい0.5Tであり、Co系非晶質金属の飽和磁束密度はたかだか0.7Tである。

【0004】ところで一般にコアを小型化するためには動作磁束密度を向上させることが有効であるが、高飽和磁束密度の磁性材料を用いることにより動作磁束密度を向上させることが可能である。Fe系非晶質金属の飽和磁束密度は一般に1.5から1.7T以上の高い値を持つが、高周波帯域では透磁率が著しく減少し、鉄損は著しく増加するため、これまでには商用周波数帯域付近にその用途が限られていた。

【0005】高周波帯域においては渦電流損失が損失の大半を占めるようになるが、この渦電流損失は材料の板

2

厚を低減することにより減少させることができる。しかしこれまで非晶質薄帯製造の方法として採用されている単ロール法では、Fe系非晶質金属の板厚低減は15μm程度が限界であり、15μm以下のものではピンホールが生じ表面性状が急激に悪化しピンホールがリボンに多数生じ、さらに10μm以下のものでは正常なリボン状とならずにすだれ状となる。

【0006】この板厚低減の限界を打破するために鋭意検討を重ねた結果、真空中での単ロール法によるFe系非晶質薄帯鋳造法により板厚15μm以下さらには板厚10μm以下の薄帯を製造できることを見いだした。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明では、高周波帯域で使用される鉄芯の小型化に有効である高磁束密度をもちながら、同時に高周波域での磁気特性に優れた材料を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明における極薄アモルファス合金は、一般式

20 $Fe_{100-x-y} A_x Mn_y$

AがSi + Bからなる

1≤x≤10

15≤y≤25

で示され、板厚15μm以下であることを特徴とする鉄基極薄高透磁率合金である。

【0009】

【作用】上記合金の組成を限定した理由を述べると、Mnは非晶質合金の磁歪を低減し、また高周波での鉄損低減に効果のある元素である。Mnの添加量を1~10%と

30 したのは、1%未満ではMn添加の効果が見られず、10%超では真空中においては非晶質化が困難であり、結晶質のリボンしか得られない。Si, Bは非晶質状態を得るのに必須の成分であり、その合計量を15~25%に限定したのはこの範囲を外れると非晶質化が困難になるためである。

【0010】また、板厚を15μm以下に限定したのは、板厚が15μm超であると、図1に示すように、100kHz以上での高周波帯域における鉄損が著しく増大しこア材料として不適切であり、また真空中鋳造中での非晶質化に

40 必要な冷却速度の確保が困難となり、非晶質金属を得ることが不可能となる。このため、板厚を15μm以下に限定した。

【0011】さらに、本発明の極薄非晶質材製造における真空中度は、0.1Torr超であると薄帯にピンホールが生じ性状が悪化するので0.1Torr以下に限定した。また本発明の極薄非晶質薄帯の焼純温度を300~500℃に限定したのは、300℃未満であると鋳造時に導入された歪除去の効果が充分でなく、500℃超であると試料が結晶化し透磁率が減少するためである。

50 【0012】本発明の非晶質合金の製造法を以下に述べ

る。

【0013】

【実施例】以下に本発明の実施例について述べる。

(実施例1)

$Fe_{81-x}Si_7B_{12}Mn_x$ ($x=0 \sim 8$)

なる組成の合金を真空溶解により作成した。

【0014】次にこれを 2×10^{-2} の真空中において単ロール法により急冷した。ロール材質は Cu、ロール周速 60m/s、ノズルは石英製、スリットは $0.6 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ の矩形である。その結果、幅 9mm、板厚 $8.2 \sim 12.0 \mu\text{m}$ の

欠陥のない表面性状の良好な非晶質リボンを得ることが*

*できた。この非晶質薄帯をトロイダル状に巻き、真空中にて 405°C 、1時間の焼鍊を行った。その磁気測定結果について表1に示す。

【0015】Mn を含有しない比較材の非晶質合金に比べ本発明の Fe-Si-B-Mn 系極薄非晶質材は高い透磁率を示しており、Mn 添加により透磁率向上の効果がみられることがわかる。また、当発明の Fe-Si-B-Mn 系非晶質材料は飽和磁束密度 $0.86 \sim 1.08 \text{ T}$ を示した。

【0016】

【表1】

各種材料の板厚と透磁率

組成	板厚 μm	初透磁率		
		100kHz	200kHz	500kHz
Fe73Mn8Si7B12 (本発明)	9.5	5800	4900	4400
Fe73Mn8Si7B12 (本発明)	12.0	4700	4200	3600
Fe73Mn8Si7B12 (本発明)	8.2	6000	5000	4500
Fe77Mn4Si7B12 (本発明)	11.0	3800	3700	3500
Fe77Mn4Si7B12 (本発明)	9.2	2900	2800	2700
Fe81Si7B12 (比較材)	9.6	2400	2300	2300
Fe81Si7B12 (比較材)	11.7	1700	1600	1600
Fe81Si7B12 (比較材)	8.1	2100	2100	2100

【0017】(実施例2)

$Fe_{81-x}Si_7B_{12}Mn_x$ ($x=0 \sim 8$)

なる組成の合金を真空溶解により作成した。次にこれを 2×10^{-2} の真空中において単ロール法により急冷した。ロール材質は Cu、ロール周速 60m/s、ノズルは石英製、スリットは $0.6 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ の矩形である。その結果、幅 9mm、板厚 $8.2 \sim 12.5 \mu\text{m}$ の欠陥のない表面性状の良好な非晶質リボンを得ることができた。この非晶質薄帯をトロイダル状に巻き、真空中にて 375°C 、1時間の焼

鍊を行った。

【0018】この試料について磁性の評価を行った。その磁気測定結果について表2に示す。Mn を含有しない比較材の非晶質合金に比べ本発明の Fe-Si-B-Mn 系極薄非晶質材は低い鉄損値を示しており、Mn 添加により鉄損低減の効果がみられることがわかる。

【0019】

【表2】

各種材料の板厚と鉄損

組成	板厚 μm	鉄損 (kW/m^2)		
		100kHz	200kHz	500kHz
Fe73Mn8Si7B12 (本発明)	8.2	760	2100	8800
Fe73Mn8Si7B12 (本発明)	12.5	910	2800	10800
Fe73Mn8Si7B12 (本発明)	9.3	840	2200	8900
Fe77Mn4Si7B12 (本発明)	11.0	1300	3400	13000
Fe77Mn4Si7B12 (本発明)	10.6	1300	3400	13000
Fe77Mn4Si7B12 (本発明)	9.4	1200	3000	11000
Fe81Si7B12 (比較材)	11.1	1800	4400	18000
Fe81Si7B12 (比較材)	9.6	1500	3900	16000
Fe81Si7B12 (比較材)	12.1	1800	5300	18000

【0020】

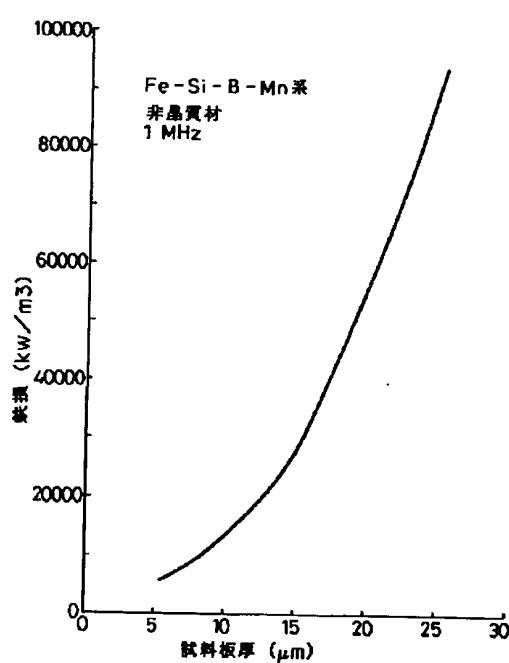
【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、Fe-Si-B-Mn非晶質合金を真空中での超急冷法により作製することにより、高周波域での鉄損を低減し、高周波磁気特性に優れた材料を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】Fe-Si-B-Mn試料の鉄損と板厚の関係を示した図である。

【図2】本発明の試料の透磁率の周波数依存性を示す図である。

【図1】



【図2】

